



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Sandækvivalent

Nielsen, Benjaminn Nordahl; Nielsen, Søren Dam

Publication date:
2019

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Nielsen, B. N., & Nielsen, S. D. (2019). *Sandækvivalent*. Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg. DCE Lecture notes Nr. 59

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



INSTITUT FOR BYGGERI OG ANLÆG
AALBORG UNIVERSITET

Sandækvivalent

Benjaminn Nordahl Nielsen
Søren Dam Nielsen

Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Sektionen for byggeri og infrastruktur

DCE Lecture Notes No. 59

Sandækvivalent

Benjaminn Nordahl Nielsen
Søren Dam Nielsen

2019

© Aalborg Universitet

Videnskabelige publikationer ved Institut for Byggeri og Anlæg

Technical Reports anvendes til endelig afrapportering af forskningsresultater og videnskabeligt arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg på Aalborg Universitet. Serien giver mulighed for at fremlægge teori, forsøgsbeskrivelser og resultater i fuldstændig og uforkortet form, hvilket ofte ikke tillades i videnskabelige tidsskrifter.

Technical Memoranda udarbejdes til præliminær udgivelse af videnskabeligt arbejde udført af ansatte ved Institut for Byggeri og Anlæg, hvor det skønnes passende. Dokumenter af denne type kan være ufuldstændige, midlertidige versioner eller dele af et større arbejde. Dette skal holdes in mente, når publikationer i serien refereres.

Contract Reports benyttes til afrapportering af rekvireret videnskabeligt arbejde. Denne type publikationer rummer fortroligt materiale, som kun vil være tilgængeligt for rekvirenten og Institut for Byggeri og Anlæg. Derfor vil Contract Reports sædvanligvis ikke blive udgivet offentligt.

Lecture Notes indeholder undervisningsmateriale udarbejdet af undervisere ansat ved Institut for Byggeri og Anlæg. Dette kan være kursusnoter, lærebøger, opgavekompendier, forsøgsmanualer eller vejledninger til computerprogrammer udviklet ved Institut for Byggeri og Anlæg.

Theses er monografier eller artikelsamlinger publiceret til afrapportering af videnskabeligt arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg som led i opnåelsen af en ph.d.- eller doktorgrad. Afhandlingerne er offentligt tilgængelige efter succesfuldt forsvar af den akademiske grad.

Latest News rummer nyheder om det videnskabelige arbejde udført ved Institut for Byggeri og Anlæg med henblik på at skabe dialog, information og kontakt om igangværende forskning. Dette inkluderer status af forskningsprojekter, udvikling i laboratorier, information om samarbejde og nyeste forskningsresultater.

Udgivet 2019 af
Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Thomas Manns Vej 23
DK-9220 Aalborg Ø, Danmark

Trykt i Aalborg på Aalborg Universitet

ISSN 1901-7286
DCE Lecture Notes No. 59

Udgivelser i DCE Lecture Note serien

Nielsen, B.N. og Nielsen, S.D. 2019, Beregningsmetodik for forankret spunsvæg uden flydecharnier, DCE Lecture note no. 45, Aalborg Universitet, Institut for byggeri og anlæg, Aalborg.

Nielsen, B.N. og Nielsen, S.D. 2019, Beregningsmetodik for forankret spunsvæg med et flydecharnier, DCE Lecture note no. 46, Aalborg Universitet, Institut for byggeri og anlæg, Aalborg.

Forord

Denne vejledning omhandler måling af sandækvivalent.

Vejledningen er en del af en serie, der beskriver udførelsen af geotekniske klassifikationsforsøg og øvrige forsøg som de foretages i laboratoriet for fundering ved Aalborg Universitet.

Vejledningen er opbygget på følgende måde:

- *Tilhørende standard*
- *Definitioner*
- *Apparatur*
- *Kalibrering af udstyr*
- *Klargøring af prøvemateriale*
- *Forsøgsprocedure*
- *Beregninger*
- *Rapportering*
- *Skema til brug for forsøgsudførelse*
- *Evt. bilag*

Det må anbefales brugeren af denne vejledning at læse hele vejledningen igennem inden forsøget påbegyndes.

Nummerering på figurer er i teksten angivet med { }.

Enheder er angivet med [], f.eks. [%].



Tilhørende standard

Forsøget er baseret på og yderligere beskrevet i standarden DS/CEN ISO/TS 933-8:2001 annek A.

Definitioner

Forsøget bruges til at bestemme lerindholdet i forhold til sandindholdet i et givent materiale. Der bestemmes sandækvivalentværdien af 0/4 mm fraktionen af fine tilslag og hele tilslagsmaterialer.

Vandindholdet, w , er defineret som jordens væggtab i [%] af tørvægten ved tørring i et varmeskab i en temperatur på 105° C til konstant vægt.

Vandindhold:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100\% , \text{ se forsøgsvejledning for vandindhold}$$

Massen af prøvemængden skal være:

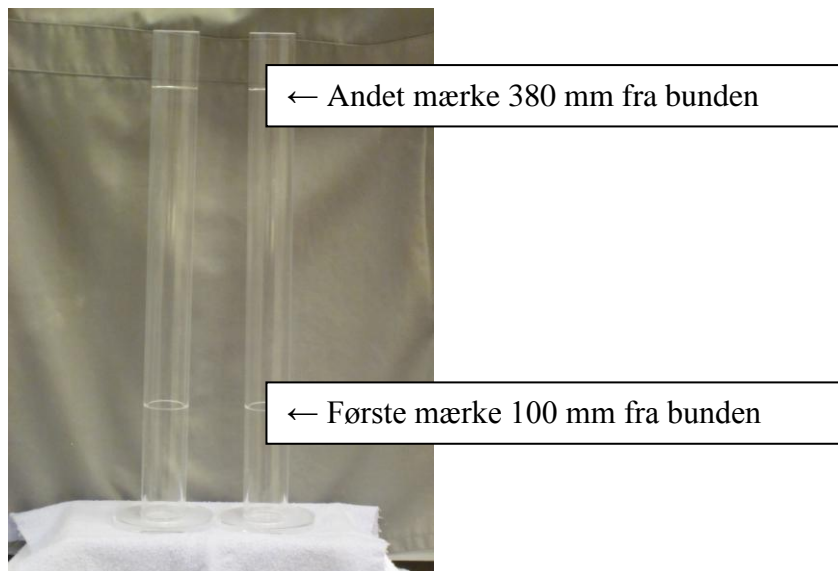
$$m = \frac{120(100 + w)}{100}$$

W er sandets vandindhold i procent af den tørre masse [g]

Apparatur

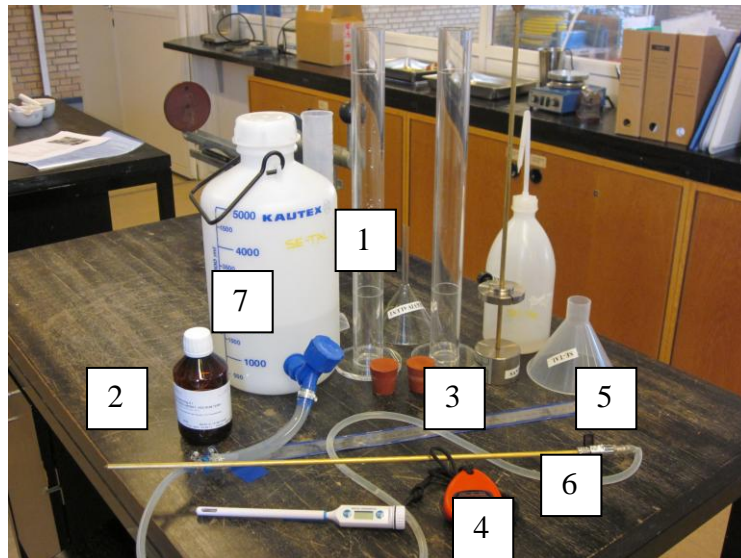
Apparaturliste numrene henviser til figur til 3.

Til forsøget bruges måleglas af klar plast med gummipropper og med indvendig diameter på $(32 \pm 0,5 \text{ mm})$ og højde på $(430 \pm 0,25) \text{ mm}$. Første mærke på måleglasset er $(100 \pm 0,25) \text{ mm}$ fra bunden. Andet mærke er $(380 \pm 0,25) \text{ mm}$ fra bunden, se figur 1.

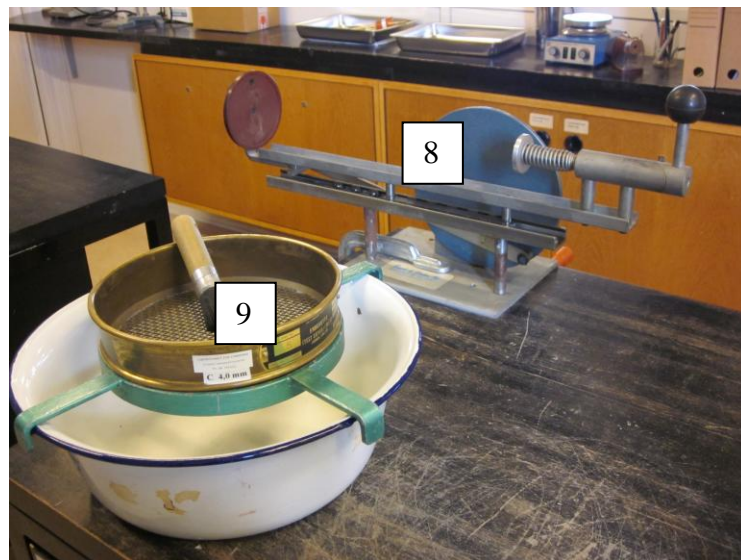


Figur 1: Måleglas med korrekte målemærker.

- 2 stk. specielle måleglas med gummipropper {1}
- Vaskeopløsning {2}
- Stempel {3}
- Stopure {4}
- 500 mm lineal {5}
- Vaskerør {6}
- 5 l Kolbe af plast {7}
- Gummi- eller plastrør, der forbinder vaskerøret med hæverten
- Tragt
- Rystemaskine {8}
- 4 mm sigte {9}
- Sigtebørste
- Termometer
- Vægt med en nøjagtighed på 0,1 % af den masse der skal vejes



Figur 2: Apparatur til bestemmelse af sandækvivalentværdien.



Figur 3: Rysteapparat og 4 mm sigte.

Kalibrering af udstyr

Udstyret kræver ikke kalibrering forud for forsøget.

Forsøget skal udføres i rumtemperatur $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Klargøring af prøvemateriale

Vaskeopløsning

Koncentreret opløsning fremstilles ved at opløse (219 ± 2) g krystallisk calciumchlorid i (350 ± 50) ml destilleret vand, afkøl til rumtemperatur og filtrer om nødvendigt opløsningen gennem mellemfint eller groft filterpapir. Tilsæt (480 ± 5) g glycerin og $(12,5 \pm 0,5)$ g formaldehydopløsning, fortynd det til 1 l opløsning med destilleret vand og bland grundigt.

Vaskeopløsning, fremstillet ved at fortynde (125 ± 1) ml koncentreret opløsning til $(5,00 \pm 0,001)$ l ved anvendelse af destilleret eller demineraliseret vand. Ved fremstilling af vaskeopløsningen bør den koncentrerede opløsning først rystes kraftigt og derefter bør beholderen skylles flere gange med destilleret eller demineraliseret vand, hvorefter skyllevandet hældes i en flaske med en kapacitet på 5 l, før det fortyndes til 5 l.

Vaskeopløsningen bør ikke anvendes længere end 28 dage efter fremstillingen eller hvis den er grumset eller indeholder bundfald eller mug.

Prøvemateriale

- Ved bundsikringsmateriale bruges det materiale der går igennem 4 mm sigten.
- Vaskeopløsning blandes. 125 ml vaskeopløsning hældes i 5000 ml demineraliseret vand og rystes godt.

Forsøgsprocedure

Kort beskrivelse af forsøg: En analyseprøve af sand og en lille mængde vaskeopløsning hældes i et måleglas og omrystes for at løsne lerbelæggningerne fra sandkornene i analyseprøven. Sandet overrisles derefter ved anvendelse af yderligere vaskeopløsning, hvorved de fine korn tvinges i suspension over sandet. Efter 20 minutter beregnes sandækivalentværdien (SE) som sedimentets højde udtrykt som en procent af den samlede højde af det flokkulerede materiale i glasset.

I hvert måleglas kan en prøvemængde beregnes ved hjælp af vandindholdet.

Massen (prøvemængden) m [g] beregnes jvf.

$$m = \frac{120(100 + w)}{100}$$

w er sandets vandindhold i procent af den tørre masse [g]. Vandindholdet skal være mindre end 8 % men større end 0 %.

Såfremt vandindholdet ikke kendes kan forsøget udføres på 125 g naturfugtigt materiale (analysedelen må ikke ovntørres).

En repræsentativ prøve af det naturfugtige materiale udtages fra den samlede mængde prøvemateriale. Dette gøres ved at neddele til en passende delprøve som sigtes på 4 mm sigten. Vandindholdet bestemmes ud fra delprøven.

Vandindholdet w [%] beregnes jvf.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100\% = \frac{(W + sk) - (W_s + sk)}{(W_s + sk) - sk} \cdot 100\%$$

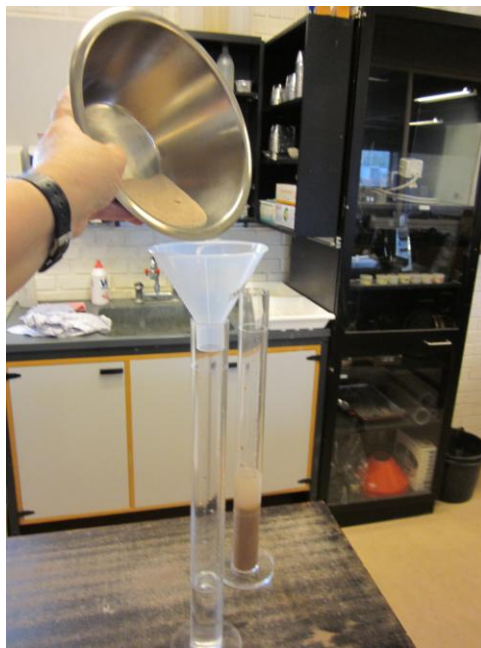
Sk er vægten af skål [g]
 W er vægten af prøven før tørring [g]
 W_s er vægten af det tørrede materiale [g]
 W_w er vægten af vandet i prøven [g]

5 l kolbe ophænges på krog som vist på figur 4. Blå hane på kolbe løsnes og proppen øverst på kolbe løsnes så vaskeopløsningen kan løbe ud og videre ned til vaskerøret. Når vaskerøret skal bruges åbnes sort hane i toppen af vaskerøret.



Figur 4: Opstilling med kolbe.

- Vaskeopløsning hældes i begge måleglas til nederste mærke, figur 5.
- Tragt placeres i måleglas. Materiale hældes forsigtigt i begge måleglas. Det er vigtigt at måleglassene står lodret imens materialet hældes i, figur 5.
- Tragten børstes ren med en pensel, figur 6.

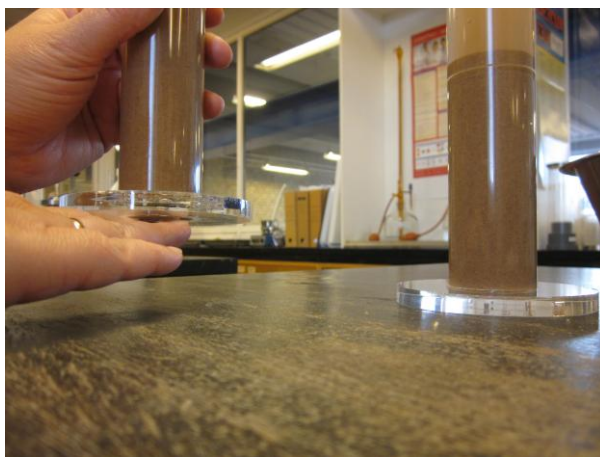


Figur 5: Vaskeopløsning og materiale hældes i måleglas.



Figur 6: Materiale fra tragt børstes ned i måleglas.

- Bank let med håndfladen flere gange på bunden af hvert måleglas for at løsne eventuelle luftbobler, figur 7.
- Måleglassene (uden gummipropper) med materiale skal henstå i 10 min for at gennemvæde materialet.
- Gummipropper sættes i begge måleglas.

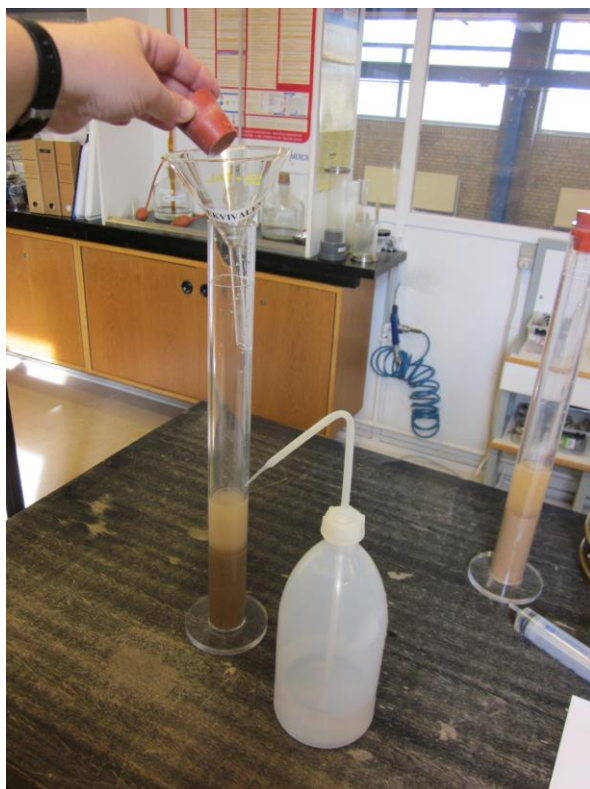


Figur 7: Bank forsigtigt luftbobler væk.

- Måleglasset placeres i rysteapparat og der rystes i 60 sekunder med rolige bevægelser. Gentag rysteproceduren med det andet måleglas, jf. figur 8.
- Prop tages af og eventuelt materiale fra proppen skylles med vaskeopløsning over i måleglas.

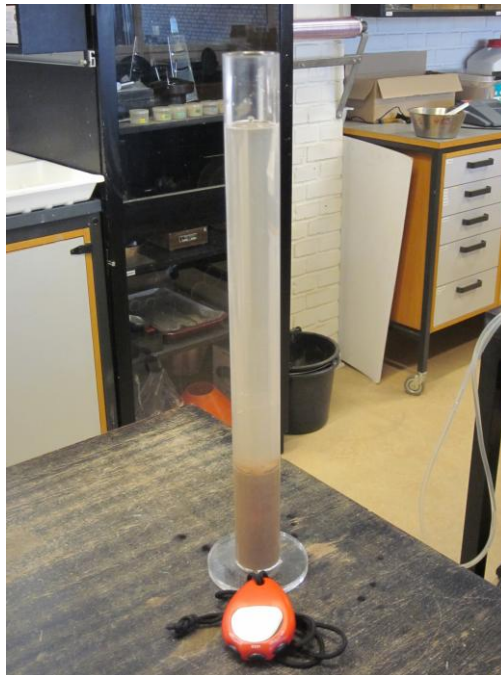


Figur 8: Prøve i rysteapparat.



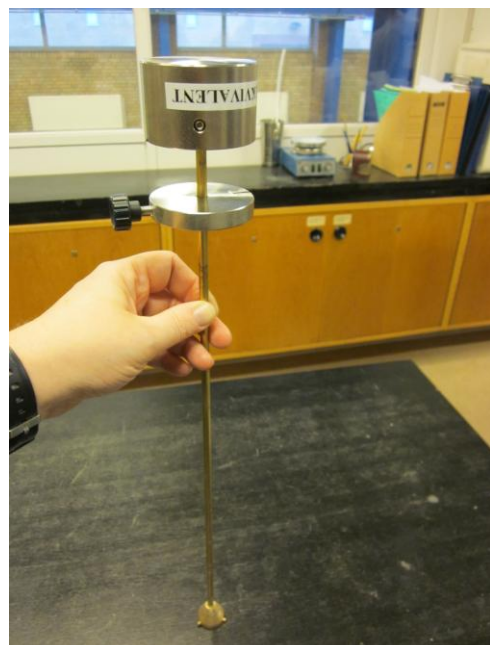
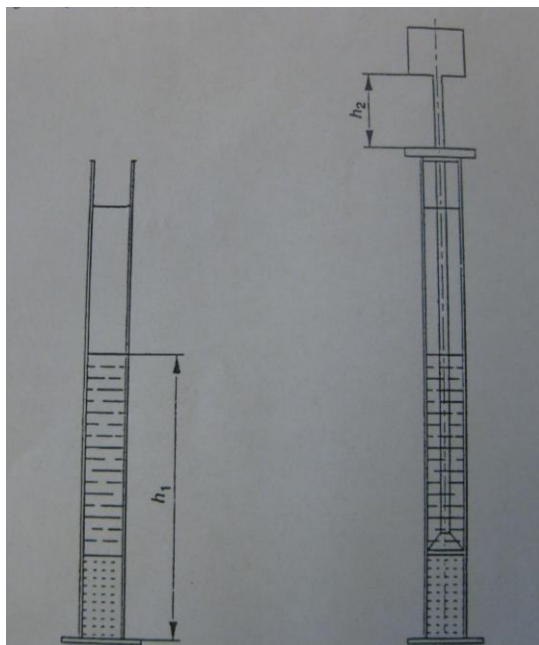
Figur 9: Prop skylles.

- Vaskerør sættes i måleglas ca. 2 cm fra overkanten. Der åbnes for vaskeopløsningen og spulerøret nedsænkes i glasset samtidigt med at spulerøret drejes rundt så væggene skylles. Vaskerøret nedsænkes til det er helt nede i bunden af måleglasset.
- Det er vigtigt at måleglasset er lodret. Lad vaskeopløsningen sætte materialet i bevægelse og få filler og lerholdige dele til at stige opad.
- Vaskerøret trækkes langsomt op i en stille og jævn bevægelse, mens måleglasset drejes langsomt rundt.
- Tidtagning af sedimenteringsperioden påbegyndes straks efter at vaskeopløsningen når øverste mærke. Væskenniveauet holdes ved øverste mærke, dette gøres ved at lukke for hanen. Prøven skal nu stå i $(20 \pm 0,25)$ minutter uden prop så den kan sedimentere. Prøven skal stå uforstyrret.



Figur 8: Tidstagning på prøve.

- Når der er gået 10 minutter gentages proceduren ved måleglas 2, uden at forstyrre måleglas 1.
- Når måleglas 1 har stået i 20 minutter måles højde, h_1 , af flukkulatets øverste niveau i forhold til måleglassets bund ved hjælp af lineal, jf. figur 9.
- Sænk forsigtigt stemplet ned i måleglasset, indtil foden hviler på sedimentet. Skrue løsnes forsigtigt og krave sættes i hak og spændes fast.
- Bestem sedimentets højde, h_2 , ved at måle afstanden mellem stempelhovedets underside og kraves overside ved hjælp af linealen, der er indført i spalten i kraven, jf. figur 9.



Figur 9: h_1 og h_2 måles samt billede af stempel

- Registrer højderne h_1 og h_2 til nærmeste millimeter.
- Stempel tages op og rengøres.
- Når målegals 2 har stået i 20 minutter gentages proceduren ved dette måleglas.

Beregninger

Beregn forholdet $SE = (h_2/h_1) \times 100$ for hvert måleglas med én decimal.

Hvis de to værdier afviger fra hinanden med mere end 4 enheder, skal prøvningen gentages.

Rapportering

Beregn sandækvivalentværdien (SE) som gennemsnit af de forholdstal, $(h_2/h_1) \times 100$, der er opnået for hvert måleglas og registrer den til nærmeste hele tal.

Sandækvivalent

Sag			Sag nr.
Undersøgt d.	til	Lab. nr.	Boring nr.
Kontr. d.	Godk. d.	Kote	Bilag nr.

VANDINDHOLD

Prøve	nr					
Skål	nr					
Skål ind tørreskab	d. kl					
Skål ud tørreskab	d. kl					
Sk + W	g					
Sk + W _s	g					
Sk	g					
W _w	g					
W _s	g					
$w\% = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$	%					

MÅLING AF SE-VÆRDI

	Første analysedel	Anden analysedel
Analysedelens masse [gram]		
h ₁ [millimeter]		
h ₂ [millimeter]		
100 (h ₂ /h ₁) angives med én decimal		
Sandækvivalent	SE =	

Værdien af 100 (h₂/h₁) for de to analysedele bør ikke afvige fra hinanden med mere end 4. Sandækvivalent (SE) er gennemsnittet af 100 (h₂/h₁) for de to analysedele afrundes til nærmeste hele tal.

